

### **Metalické spoje, kategorie (5e, 5+)**

---

- koaxialní kabely
  - základní pásmo 0-150 MHz -> 1-50 Mb/s, stovky metru
  - přeložené pásmo 50-750 MHz (modulovaný) -> až 40 Mb/s, kilometrové vzdálenosti
  - používány i pro kabelovou TV
  - různé typy s charakteristickou impedancí 50 Ohm, 75 Ohm, 93 Ohm
- symetrická vedení - kroucený dvoudrát
  - STP – shielded (stíněný)
  - UTP – unshielded (nestíněný)
  - jednoduchý nebo dvojitý dvojdrát
  - až 155 Mb/s, max vzdálenost 100m
  - **UTP kategorie:**
    - Cat.3 - mezní frekvence až 16MHz, 10Mb/s, označována jako Voice Grade
    - Cat.4 - až 20MHz, 20Mb/s
    - Cat.5 - až 100MHz, 100Mb/s, Data Grade Cable
    - Cat 5e, 5+ - ještě lepší rozdíl mezi přeslechem a utlumem na mezní frekvenci, lepší parametry než cat 5
    - Cat 6 - 200MHz, byl navržen
    - Cat 7 - 600MHz, byl navržen
  - norma STP (symetrické stíněné kabely) od IBM pro Token Ring - Type1 - Type8
  - kabely pro seriové rozhraní 9.6 - 115.2kb/s, jednotky metru - malé nároky
  - FTP (folií stíněné), SFTP (ochranné opletení, folie) – modifikace UTP kabelu

### **Optické spoje v lokálních sítích, používané typy a jejich vlastnosti, buzení, vlnové délky**

---

- vzdálenosti jednotky až desítky km
- rychlosti až 10Gb/s
- levné vedení (poměr cena/výkon), drahé spoje (konektory, ...)
- struktura: jádro (sklo) + obal (sklo nebo plast, nízký index lomu)
  - primární ochrana - ultrafialovým světlem tvrditelný akrylát, nebo polymid
  - sekundární ochrana - plastická hmota
- napojení vláken: přiložení, slepení, nebo svaření
- vysílání: LED, ILD (laserová dioda)
- příjem: fotodiody PIN, nebo lavinová APD
- limit vzdálenosti se udává v MHz.km, GHz.km (součin délky vlákna a kmitočtu)
- typy
  - mnohovidová (multimode)
    - skoková změna indexu lomu
    - paprsky se šíří ve více směrech, každý jiný úhel odrazu, tisíce diskretních hodnot -> různá délka cesty paprsků -> vidová disperze (na konci každý dorazí jinak, příliš velká disperze = necitelný výstupní puls) – to je hlavní limit překlenuté vzdálenosti
    - přenáší vlnové délky: 850, 1300 a 1550 nm
    - průměry: 50/125μm, 62.5/125μm, 100/140μm (starsí)
  - gradientní (gradient) – novější mnohovidová
    - plynulá změna indexu lomu
  - jednovidová (monomode)
    - jen jeden vlnový mód
    - 9/125μm
    - široké pásmo 100GHz.km, překlenutá vzdálenost až 100km

### **Aloha, CSMA – propustnost, stabilita**

---

- jedná se o nedeterministický přístup k médiu
- **ALOHA** – všichni se neslyší
  - původně navrženy pro rádiovou síť, nevyužívá kontroly obsazenosti kanálu – vyšle rámec a pak řeší případné kolize
  - Prostá ALOHA – využití kanálu 18%
    - pakety každý vysílá jak se mu zachce, pokud nastane kolize (úplné nebo částečné překrytí rámců), stanice, které vysílají se přepínají náhodným časem a po něm to zkusí znovu
    - kolize je detekována vypršením časového intervalu pro příjem potvrzení
    - délka kolizního slotu = 2x délka rámce
  - Taktovaná ALOHA – využití kanálu 47%
    - všechny stanice smějí začít vysílání v dané (a pro všechny stejné) časové okamžiky -> pakety se překryjí buď celé nebo vůbec -> zmenšení kolizního slotu na délku jednoho paketu -> větší využití kanálu

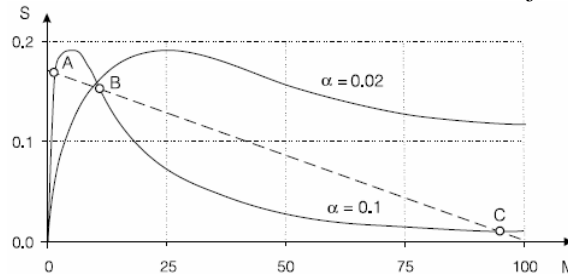
- Řízená ALOHA

- jako výše, akorát čas přepínání jsme schopni řídit a vyladit tak kanál na co největší propustnost (řídíme intenzitu přepínání  $\alpha$ )

- **Stabilita metod ALOHA**

-  $\alpha$  je intenzita opakování (vyšší  $\alpha$  = kratší prodlevy mezi pokusy), S je průchodnost, M počet zablokovaných stanic -> po dosažení určité meze prostupnosti začne docházet ke kolizím, pakety se začnou opakovat a dochází k postupnému zablokování stanic a zmenšení průchodnosti kanálu v závislosti na intenzitě opakování

- z bodu A se postupem času dostaneme do bodu C, navrat do stabilního A je možný jen změnou  $\alpha$



• **CSMA** – všichni slyší všechny (už ne rádio ale kabel)

- náhodný přístup k médiu s příposlechem

- Naléhající CSMA – průchodnost 53%

- stanice chce vysílat → testuje stav medi → jeli volno vysle hned paket, není-li volno → ceka a hned jak bude to tam nape

- pokud začne vysílat více stanic najednou, všechny to zjistí a preplanuji se (rozdíl od alohy, kde to nezjistí)

- Nenaléhající CSMA

- testuje stav media, je li volne vysila, kdyz ne tak se preplanuje nahodnym casem a po vyprseni opakuje postup, pokud je volne tak hned vysila

- p-naléhající CSMA

- pokud je kanal obsazen, generuje pravdepodobnost  $p$  odvysilani za urcivy cas

- různé možnosti, např:

Exponenciální ustupování		Lineární	
p	Vysílám za	p	Vysílám za
0,1	100ms	0,1	100ms
0,2	50ms	0,2	90ms
0,3	25ms	0,3	80ms
...	...	...	...

- CSMA/CD (například u Ethernetu)

- dokáže detekovat kolizi již během vysílání paketu a jeho vysílání přerušit a vyslat ostatním kolizní posloupnost JAM (že došlo ke kolizi)

- např u Ethernetu to pozná tak, že ma na RX i TX páru data

- CSMA/CA – virtuální logický kruh, předcházení kolize (urceny casovy slot pro potvrzeni)

- každá stanice může vysílat jen v daném časovém intervalu, který je dán jejím pořadovým číslem (hodně zhruba, souvisí to i s dobou šíření signálu a dobou jaký je na médiu klid)

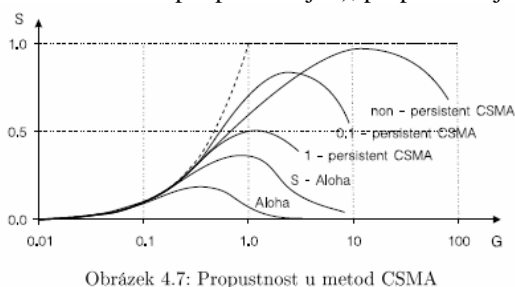
- CSMA/DCR – deterministické řízené kolize

- po detekci kolize jsou upřednostněny stanice které ji způsobily (chtej vysílat)

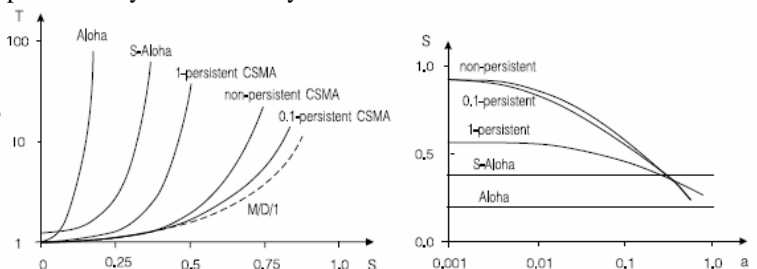
- rodeli stanice do binarniho stromu, v prvni casti jsou ty které se kolize ucastnili a v druhe ty ostatni, nejprve vysila prvni skupina a pokud dojde ke kolizi v jejim podstromu se porvede totez → rekurzivne az zbyde jedna stanice, jak je to realne udely netusim, nejakej binec s adreama ci co

- **Stabilita a propustnost metod CSMA** ( $S$ =vstupni tok,  $G$ =celkovy tok )

- metody sami o sobě nezajišťují stabilitu, je nutné dělat něco jako u Alohy (snižovat intenzitu opakování, řídit vhodně  $p$  u  $p$ -nalehající), propustnost je podstatně vyšší než u alohy



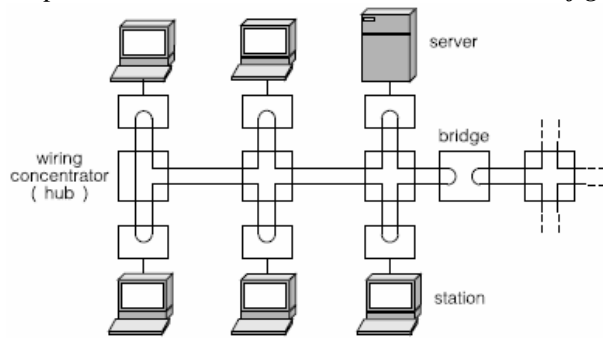
Obrázek 4.7: Propustnost u metod CSMA



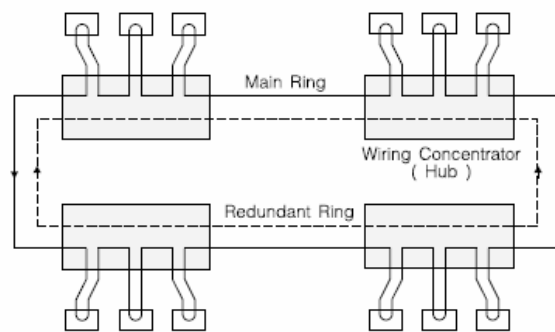
Obrázek 4.8: Zpoždění a efektivita u metod CSMA

### IBM Token Ring - info, rekonfigurace (IEEE 802.5)

- kruhova topologie, jednosmerne dvoubodove spoje
- napojeni stanic pres koncentratory -> tvori fyzicky strom, koncentratory umoznuji detekovat nefunkcni stanice a spoje a vyřadit je z provozu
- 1-16Mb/s az 260 stanic
- STP, UTP, FTP (az 770m), optika 62.5/125um (2km), pro delší vzdálenosti nutné vložit opakovače
- k **výstavbě** se běžně používají rozbočovače – umožňují odpojování stanic, dovolují vytvořit kruh mezi rozbočovací a převést na něj tok (v případě vnějšího vypadku)
- kod: diferencialni Manchester (0=zachovani orientace predchozi hrany, 1=zmena orientace)
- posilani Tokenu (**Pověření**) (Start Delimeter SD, Access Controll AC, End Delimeter ED)
- ramec az 16kB
- datovy ramec mozno posilat az po prijeti povereni (nastaveny bit T v AC) -> zmeni T a posle data, lze poslat i vice ramcu ale obsazeni kruhu max 10ms, po ukončení vysilani ceka na prijem pole AC z prave odeslaneho ramce a potom preda povereni dalsi stanici na kruhu
- 8 urovni **priority** umoznujici urychlit prenos pro casove kriticke aplikace - vysilajici smi prevzit T s nizsi nebo stejnou p. jako je p. odesilaneho ramce, jinak preda povereni dal
- Early Token Release - mozno predat povereni bez cekani na obeh site (na AC) - lepsi pruchodnost x oslabeni prioritniho mechanismu
- aktivni monitor - dohlizi aby ramce s vyssi prioritou neobehly kruh vicekrat
- MAC ramec Beacon - identifikace mista zavad, pokud stanici vyprsi casovy limit, posle Beacon ramec ke stanici s vyssi adresou (stejne jako MAC Claim ramec, kterej slouzi pro urceni aktivniho monitoru kruhu), stanice s nejvyssi adresou prijme svuj vlastni ramec, pokud je vse OK, jinak se identifikuje misto poruchy a pomoci koncentratoru a rozbocovacu se sit **rekonfiguruje** (asi)



Obrázek 6.7: Struktura sítě Token Ring



Obrázek 6.8: Redundantní kruh Token Ring (Ring of Stars)

### FDDI - topologie, medium, kodovani, pristup, synchronni-asynchronni prenos (prioritni mechanismus)

- **kruhová síť** pro přenos vysokou rychlostí na velké vzdálenosti (100Mbps, 200 km), rychlost a vzdálenosti jsou omezeny použitým médiem (odděluje protokol fyzické vrstvy od vlastností média), **koncentrator**
- používá zdvojeného média → dva protisměrné kruhy (trída A) jeden data, druhý pro rekonfiguraci; méně náročné aplikace → jeden kruh (trída B), není možnost rekonfigurace
- jako **medium** primárně optika (Fiber Distributed Data Interface) 62/125um, mnohavidový → 2km, alternativně UTP cat. 5 → 100m, jednovidová vlákna → 60km, synchronní telekomunikační kabel
- **kodování** je 4B/5B přeneseno pomocí NRZI (překódování 4bitu na 5 a přenos pomocí NRZI), **ramec** 4.5kB
- **synchronizace**: každá stanice vlastní hodinový zdroj, kompenzace nepřesností posuvným reg. s proměnnou délkou (min 10b)
- ramce podobné Token Ring, token (pověření) : preamble SD (start delimiter) FC (frame control) ED (end)
- **prioritní mechanismus** :
  - "synchronní" požadavky – pro obsluhu pravidelných požadavků
  - asynchronní požadavky - mohou počkat - 8 úrovní priorit
- po převzetí pověření může odeslat více rámců, činnost uzavírá posláním pověření, **přístup k médiu** je omezen mechanismem Timed Token: po převzetí pověření nastaví časovací THT na hodnotu TRT a potom TRT na TTRT (dohodnuto na začátku) a začne snižovat TRT → nejprve odvolá synchronní rámce, potom přestane snižovat TRT a začne snižovat THT a vysílá asynchronní dokud to jde (je co snižovat), pak odevzdává pověření; pokud v minulém kole vypršel celý TRT je v novém THT nula a stanice smí odesílat jen synchronní rámce
- speciální mód Restricted Token - vesměs kapacita asynchronního přenosu pro dvě stanice
- FDDI se užívá jako pevná síť pro Ethernet a Token Ring
- **FDDI2** (isosynchronní FDDI): skutečně synchronní - časový multiplex, stejná fyz. vrstva, jedna řídicí stanice vysílá do kruhu rámce časového multiplexu (Cycle)

## Most vs Switch, co je Spanning tree, Transparentni most - vytvoreni tabulek

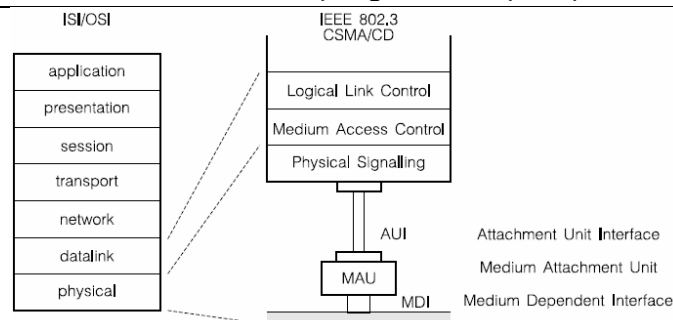
### • **Bridge (Most)**

- dvouportovy propojovací prvek, k propojení dvou sítí standardu IEEE 802 (TokenRing, Ethernet, FDDI), pokud je každá síť jiná (různý formát rámce) → Translation Bridge
- pracuje se linkovou vrstvou (fyzickou a MAC=MediumAccessControl částí linkové) a směřuje pakety do portu podle MAC adresy
- **Smerovací tabulky:**
  - statické mosty – správce musí ručně tabulky editovat → při změně (nové PC, přenesení jinam) nutná úprava
  - **transparentní mosty** – automatická tvorba směrovacích tabulek, most si ukládá MAC adresy odesílajících stanic a přiřazuje je k portu na kterém ji slyšel, pro nasměrování paketu pak užije easy mechanismus:
    - správa je pro stanici ze stejné sítě (ze stejného směru, portu) → zahodí ji
    - správa je pro stanici v jiné síti → pošle na port této sítě (u klasického bridge jsou jen 2 porty)
    - správa je broadcast nebo pro neznámou stanici → pošle všechny na ostatní porty (nezná ze kterého přišla)
- transparentní most vyžaduje stromovou strukturu Spanning tree: algoritmus pro vytvoření kostry → každý bridge má své číslo, na začátku je třeba určit roota od kterého se bude strom tvořit → mosty si posílají služební rámce BPDU (Bridge Protocol Data Unit) a jako roota určí most s nejmenším číslem → root pak rozšíří BPDU s cenou cesty (cena je přiřazena k jednotlivým výstupům) → každý most přičte cenu svého výstupu a pošle dál → takto se určí porty mostu sousedící s rootem R a pro každou lokální síť se určí most s nejnižší cenou cesty a jeho porty (které nejsou R) se označí D (designated) → neoznačené porty u všech mostů se zablokují a tím vznikne kostra

### • **Switch (Prepinač)**

- více než dvouportový bridge, pokud disponuje jen technologií store-and-forward není plnohodnotný, musí umět cut-through → začne vysílat rámec správným směrem ještě než ho celý přijme → to je rychle ale zase neeliminuje poškozené rámce

## 10/100 BASE-XX - používané médium, kódování, topologie, metoda přístupu, omezení délky



Obrázek 8.1: Architektura standardu Ethernetu IEEE 802.3

- MDI → vedení (dvoulinka, optika, koax), MAU → aktivní prvek, vysílá a přijímá – transceiver, AUI → rozhraní mezi deskou a transceiverem, krátkým kabelem nebo je MAU přímo na desce a AUI odpadá
- posílání – vlastní i cílová MAC adresa (6 znaků), údaj o vyšším protokolu
- adresa MAC pevná i individuální (možno nastavit)
- přístupová metoda: CSMA/CD (nalehající, p-nalehající) – detekuje kolize, limit je 1024 stanic pro skupinu segmentů propojených **opakovací** (aktivní prvek, který zrekonstruuje elektrické parametry signálu a pošle ho dál), což je **kolizní doména**
- kód: Manchester
- **10BASE5**
  - 10Mb/s, 500m, max 100 jednotek MAU – min vzdálenost mezi MAU je 2,5m (znacky ba kabelu)
  - koaxial 50 Ohm, zakoncovací odpory
  - topologie sběrnice
  - užívají se aktivní prvky: repeater, remote repeater (pro propojení optikou vedením FOIRL až 1km)
- **10BASE2**
  - levnější (tenčí, ne tak tvrdý a kvalitní koax), 185m, 30 stanic na segment – min vzdálenost 0,5m
  - většinou integrovány MAU, topologie zase sběrnice
  - konektory T – BNC, nebezpečí rozpojení konektoru → rešením je použití EAD zásuvek → při vytáhnutí kabelu ze zásuvky dojde k automatickému přemostění → nevýhoda EAD kabel délky 5m je jako 10m segmentu
- **10BASE-T**
  - UTP stáčí Cat. 3, použity 2 ze 4 párů, 100m (90 + 2x5) propojuje koncentrátor a stanice, alternativně optika → 400m; 10Mbps

- topologie **hvezdice** – Multipoint Repeater (huby, koncentratory) propojene mezi sebou (UTP, koax, optika) a do do nich napojene stanice→vyhoda proti sbernici→opakovac (hub) dovede odizolovat poskozenou stanici a do zbytku site se nic neprojevi
- pocet opakovacu mezi stanicemi max 4 (duvodem je ztrata bitu ze zacatku ramcu kvuli nutnosti synchronizace opakovacu na prijimany signal)
- **synchronni Ethernet** – mezi datovymi ramci je prenasen periodicky signal 2,5Mbps (synchronizace a signalizace stavu site v dobe kdy se nic nedeje)
- **10BASE-FL**(FiberLink)
  - optika, zalozeno na FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link): mnohavidovy, 1000m
  - zpetne kompatibilni (spoluprace s beznymi FOIRL na 1000m), dvoubodovy spoj pro spojeni opakovacu na max 2000m, pro stanice na 400m
  - kdyz nejsou vysilana data, je funkcnost spoje signalizovana 1Mhz *idle* signalem
- **10BASE-FB**(FiberBackbone)
  - to same jako FL, ale misto idle signalu je zde 2,5Mhz synchronizacni signal
  - pouziti FB mezi dvema opakovaci je obdoubou synchroniho ethernetu 10BASE-T
- **10BASE-FP**(FiberPassive system)
  - pasivni hvezdice, lze pripojit az 32 stanic na 500m
- **Prepojovany Ethernet**
  - pomoci switchu rozdelim sit na vice mesich koliznich domen (segmentace site), prenos mezi dvema koliznimi domenami a jinyma dvema se nijak neovlivnuje a to je velka vyhoda→zvyseni pruchodnosti site
  - krajnim pripadem je pripojeni jedne stanice na jeden port, vzninke halda dvoubodovych spoju mezi kterymi je smerovano na zaklade MAC adres→**mikrosegmentace**
  - **duplexni provoz** : na dvoubodovem spoji vedu dva kanaly dvema smery, nemuze dojít ke kolizi (každý kanál jen pro jeden směr)→zvyseni kapacity na 20Mbps a neplati limit pro omezeni vzdalenosti (az desitky km)
- **100BASE-TX**(UTP, T=TwistedPair)/**FX**(optika, F=Fiber)
  - media: 100Mb/s, UTP/FTP Cat. 5, optika mnohavidova 62.5/125 nebo 50/125um
  - vzdalenosti: 100m metalika, optika 412m (poloduplex), 2000m (duplex)
  - 2 pary kabelu, dvojice vicevidovych vlaken
  - kodovani: 4B5B, u TX prevedeny na tristavovy signal MultiLevelTransmith MLT-3(1,0,-1), u FX je prekodovan NRZI
- **100BASE-T4**
  - 100Mbps vytvoreny pro beh na kabelazi pro 10BASE-T, staci UTP Cat 3.
  - (T4=4 pary) 3 pary pro kodovany signal + 1 pro kolize, nedovoluje duplex (vsechny pary vyuzity pro jeden smer)
  - kodovani: 8B6T, modulacni rychlost 25MBd je pro UTP cat 3 v pohode
- **100BASE-T2**
  - malo pouzivany, snaha vylepseni T4 na dva pary pri zachovani UTP cat 3 (zachovani modulacni rychlosti 25MBd) - opet dva pary
  - kodovani: PAM-5

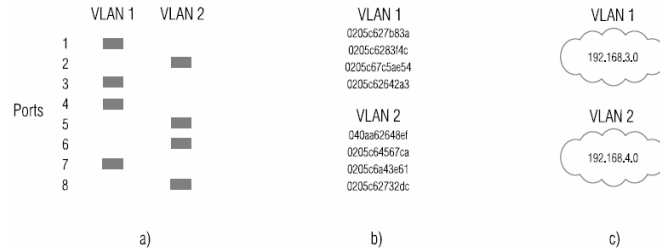
	Number of Pairs / Fibers	Encoding Method	Coding Efficiency
10BASE-T/Fx	2	Manchester	2,00 baud/bit
100BASE-TX/FX	2	4B5B	1,25 baud/bit
100BASE-T4	4	8B6T	0,75 baud/bit
100BASE-T2	2	PAM-5	0,5 baud/bit

Obrázek 8.14: Efektivita kódování u technologií rychlého Ethernetu

### VLAN - co to je, k čemu je to dobré, jak se to dělá

- virtualni lokalni site – umoznuje provozovat vice LAN na stejnem fyzickem mediu oddelene, pro stanice transparentne
- pro vytvoreni se pouzivaji specialni switche ISL – **Inter Switch Link**→zarizeni ktere prenasi ramce podobne jako klasicky prepinač, pri vstupu do nej oznaci ramec a na vystupu kontroluje jestli se znacka shoduje, kdyz ano znacku vyjme a posle ho dal, pokud ne, tak ramec zahodi
- **prvni implementace** pouzitim neuzivane normy **IEEE 802.10** → switch vezme ethernetovy ramec a vlozi do nej identifikator SAP (Service Acces Pointy)→[preamble|DA|SA|L|--SAP--|DATA|CRC]→SAP obsahuje mimo jine identifikaci virtualni site SAID

- **současne rozsireni IEEE 802.1q**→stejný princip, akorat jiný format vkladaneho rozsireni ramce, který je na rozdíl od 802.10 vkladán hned za SA→pro identifikaci, že rámec obsahuje informace o virtuální síti je zde 16bitu **TPI tagu** (Tag Protocol Identifier, podle hodnoty 0x8100 se pozná že je to vložené rozsireni)→pro identifikaci VLAN 12bitu VI (VLAN Identifier – až 4096 virtuálních sítí)→dale je možné jeste urcovat 8 priorit (zajištění upřednostnění některých rámců, třeba VOIP)
- **rozdeleni do sítí** se dá provést: na základě portu switchu, MAC adres (vhodné pro mobilní zařízení) nebo informaci z nadřazeného protokolu IP/IPX



Obrázek 9.4: Typy virtuálních sítí LAN

**ATM** - bunka, virtuální kanály a cesty, hlavně LAN Emulace (**LANE**), popsat co je LEC, LECS, LES, BUS a jak funguje preklad adres a komunikace, funkce LANE Serveru

#### • **ATM**

- Asynchronous Transfer Mode, vytlačilo FDDI, doplňková služba STM (Synchronous...)
- Synchronní systémy STM se opírají o systém časového multiplexu, používá se převážně optika a lze dosáhnout rychlosti až 2,5Gbps (STM-16)
- rámce u STM jsou obsazovány přenosy synchronních hovorových kanálů, prostor zbyvajících v rámci mimo tyto staticky vyčleněné oblasti lze použít pro přenos dat – **asynchronní přenosový mód ATM**
- pro ATM se užívá převážně optika, na krátké vzdálenosti UTP cat 5, rychlosti až 155Mbps
- síť je tvořena prepínací ATM (jsou spojeny dvoubodovými spoji) a na ne připojenými koncovými zařízeními ATM
- data jsou přenesena v krátkých **ATM bunkách** (53B, 48 data + 5B hlavička) po předem otevřených **virtuálních kanálech**
- **ATM bunka**: 5B hlavička, 48B data; v hlavičce je **identifikátor virtuálního spoje VPI/VCI** (Virtual Path Identifier a V Circuit I)
- **virtuální cesty kanály a cesty**:
  - UNI (User Network Interface): rozhraní mezi koncovým zařízením a prepínacem ATM
  - NNI (Network Node Interface): rozhraní mezi prepínací ATM → UNI a NNI se nepadně liší hlavičkou
  - **směrování prepínání ATM** definuje prepínací tabulka – vaze vstup označený VPI/VCI s výstupem označeným VPI/VCI
    - **prepojování virtuálních kanálů** – složitější, prepínáč může vstup VPI/VCI spojit s libovolným výstupem VPI/VCI
    - **prepojování virtuálních cest** – vstup se může spojit s výstupem, který má stejné VCI (zachování VCI)
  - **permanentní kanály PVC** (permanent virtual circuits) → položky v tabulce definující virtuální kanál jsou zadány staticky, většinou externě a manuálně (např. Správcem přes SNMP), kanály jsou většinou pro vnitřní funkce sítě – správa, signalizace, spojení k LANE serverům
  - **docasné kanály SVC** (switched v c) → položky v prepínacích tabulkách jsou nastavovány na žádost koncových stanic o vybudování virtuálního kanálu, žádost je předána po služebním kanále PVC (id 0/5)

#### • **LANE** (LAN Emulation)

- LAN emulace na ATM - i více virtuálních (i různých typů – Token Ring, Eth) LAN na jedné ATM
- potřeba doplnit co umí LAN a neumí ATM → broadcasty a adresace stanic LAN (např. MAC u eth)
- **LEC** (LAN Emulation Client) – rozhraní mezi LAN stanicí a ATM, zastupuje vrstvu MAC skutečné LAN, rozkládání různých rámců LAN na bunky ATM (a zpětné složení) a vyslání po virtuálních spoji (a příjem)
- protejským LEC je skupina služeb, které transformují komunikaci LAN na ATM (zhruba), jsou to:
  - **LECS** (LAN Emulation Configuration Server) - konfigurační server
  - **BUS** (Broadcast and Unknown Server) - server pro skupinovou komunikaci
  - **LES** (LAN Emulation Server) - server emulované sítě
- **komunikace**:
  1. po připojení klientského LEC k ATM se LEC spojí s LECS → LEC obdrží seznam emulovaných LAN, získá adresy LES jednotlivých emulovaných LAN a zaregistruje zde (u LES) svou MAC (klientská stanice) a ATM adresu (klientské rozhraní LEC) (pro ARP dotazy typu “jakou ATM adr má tahle MAC adr”)
  2. pro každou emulovanou síť je vytvořeno samostatné rozhraní LEC, které je propojeno s LES speciálním virtuálním kanálem (Control Direct VCC)

3. krome obousmerneho kanalu LEC <-> LES je vytvoren jeste kanal LES -> LEC - pro podporu ARP  
 - stanice chce vysilat→musi ziskat adresu protejsku ATM→LEC pozada LES o prevod pomoci ARP (pokud to jiz LEC nema v cache)→o rozeslani ARP paketu je pozadan BUS (LES nemusi mit MAC adr registrovanou)→ATM odpovidajici MAC je ziskana poslana zpět LES→pokud neexistuje ATM kanal je vytvoren novy SVC a komunikace muze zacit (yeah yeah, we can fuckina start it, biatch – nehrabe mi☺)

**Radiove site** - topologie, pasma, metody pristupu (hlavne 802.11, take HIPERLAN), reseni kolizi, priklad reseni, -> CSMA/CA, CAC, chce popsat zbezne CSMA/CA, u 802.11 RTS/CTS a u HiPerLanu CAC, zrejme chtel slyset CSMA/CA + RTS/CTS

- *topologie*: adhoc - bez infrastruktury, nebo stanice + zakladnova stanice(infrastruktura), access pointy
- *pasma*: 2GHz - 60 GHz, smerove uzkopasmove, jinak širokopasmove kvuli ruseni

• **IEEE 802.11**

- koncové stanice STA (Station) -> skupiny s omezenym dosahem BSS (Basic Service Set) - komunikace mezi stanicemi oznacovana SS (Station Service), u ad-hoc IBSS (Independent BSS)
- s infrastrukturou: zakladnova stanice AP (access point) -> pripojeni BSS k distribuci siti DS (Distribution System) → AP pak poskytuje sluzbu stanicim DSS (Distribution System Service)
- 2.4GHz, 2Mb/s
- *řízení pristupu k mediu* CSMA/CA (virtualni logicky kruh), MACA, RTS/CTS- metody spolehaji na to, ze vsichni slysi AP, pokud zavisila nekolik stanic k AP zaroven, kolize zpusobi necitelnost ramce a ten neni potvrzen→preplanovani
- *RTS/CTS*: stanice vysi ramec (pozadavek s casem, který chce rezervovat) RTS k AP (Request To Send) → AP potvrdi CTS (Clear to Send), kde sdeli dobu, po kterou bude kanal rezervovan, pote vysi AP NAV (Network Allocation Vector), kde je doba rezervace sdelena vsem ucastnikum
- dochazi ke koordinaci pomoci AP→funkce oznacovana jako PCF (Point Coordinate Function)
- po prenosu dat nastavaji 3 prodlevy SIFS < PIFS < DIFS:
  - SIFS: vyhrazeno jen pro potvrzeni
  - PIFS: privilegium AP obsadit kanal drive nez ostatni (napr pro spravu BSS)
  - DIFS: dovoluje spolupraci stanic bez zakladove stanice-DCF (Distributed Coordinate Func)
- jak u PCF (centralni rizeni APckem) tak u DCF (distribuovane rizeni) muze nastat kolize→jeji pravdepodobnost se snizuje pridaním nahody k vysilani RTS a exponencialnim ustupovanim
- jedna se tedy o kombinaci deterministickeho (infrastruktura a ad-hoc) a nedeterministickeho(jen ad-hoc) pristupu k mediu
- *ramce MAC* – az ctyri adresni pole (ruzne kombinace AP a stanic), krome datovych i ramce ridici vsechno mozne (registrace stanic, synchronizace, sprava BSS,...)
- *prenosove kanaly*: - radio(FHSS, CDMA) a infra IR
  - *FHSS* - frekvencni rozprostreni pasma - 2.4GHz, zmena pouzivaneho kmitoctu po ukonceni urcite faze prenosu (max po 50ms), spise historicke, dnes CDMA
  - *DSSS*, neboli *CDMA* - kodove rozprostreni pasma - bity prenasime jako sekvence rezu (chip)→proste misto 1 vysilam treba 11 nejakych bitu a misto 0 inverzi te posloupnosti→bez znalosti posloupnosti se signal jevi jako sum→dal sem to fakt nepobral
  - infra, do 10m
- *sifra*: RC-4 (slaba) (opira se o ni WEP), snadno prolomitelna

• **IEEE 802.11b**

- 2.4GHz, 11Mb/s, CDMA, PCF, RC-4

• **IEEE 802.11a**

- 5GHz, az 54Mb/s, prenosovy kanal:pevny OFDM , PCF, RC-4
- OFDM (Ortogonal Frequency Division Multiplexing) – vetsi sirka pasma neumožnuje primo zvyšit rychlost (odrazy,...), resenim je pouziti vice neprekryvajicich se, pomalejsich kanalu frekvencniho multiplexu

• **IEEE 802.11g**

- snaha o rychlosti stejne jako 802.11a, ale na 2.4GHz
- 2.4GHz
- OFDM, 54Mbps

• **HIPERLAN/1**(High Performance Radio Lan)

- 10Mb/s, 5GHz, pakety chranene samoopravnym kodem BCH
- rizeni pristupu: *CAC* (Chanel Access Controll)
- plne distribuovany mechanismus, stanice musi projit tremi fazemi soupereni:
  - 1.fáze – vyreseni priority pozadavku (5 urovni), 2.-stanice s nejvyssi prioritou z bodu 1 generuji nahodne cislo z intervalu <0,11>, kde i ma pravpodobnost vyberu 5<sup>i</sup>→minimalizace poctu stanic, ktere postoupi do posledniho kola, 3.-nahodny vyber cisla z <0,9>

- **HIPERLAN/2**

- 5GHz, 54Mb/s,
- prenos technologii OFDM s automatickou volbou kanálu
- **prístup k mediu řízený centralní stanicí – TDD** (Time Division Duplex-casovy multiplex):
  - struktura MAC ramce: [BCH|FCH|ACH | DL|UL | RCH] – vysílání trvá 2ms, časové sloty:
  - BCH (Broadcast Chanel) vysílá základnovou stanici, informace pro všechny
  - FCH (Frame Control Chanel) – informace o rozdělení kapacity ramce na prostor pro základnovou stanici (DL - DownLink) a pro klienty (UL – UpLink)
  - ACH (Access feedback Chanel) – potvrzení základnové stanice že přijala požadavky okolních stanic
  - RCH – kolizní sloty vyhrazené pro soupeření stanic
  - prostor DL pro vlastní prenos dat, UL např. pro žádost na vytvoření nového hovorového kanálu
  - rozdělování kapacity kanálu, mechanismus předávání stanic mezi AP, podpora zajištění služeb kvality QoS
  - šifra: DES, 3DES

- **Bluetooth**

- malé vzdálenosti max 10ky m, většinou dvoubodové spoje
- přístup k mediu: TDD(casovy duplex)→ – master vysílá v lichých rámcích slavy v sudých, 1Mbps
- technologie piconet - Master/Slave, Master může pracovat až s 7 slavy (3b adresa) a registrovat až 256 neaktivních stanic
- scatternet - složitější více piconet spojených mosty

---

**TCP/IP a služby, Novell, emulace TCP/IP pod Novellem a pak ty služby Novellu, který bezej přes TCP**

---

- **TCP/IP**

- stal se průmyslový standard
- využívá protokol IP pro prenos paketu, UDP jako datagramové rozhraní a vlastní TCP jako nejvyšší vrstvu pro potvrzování a řízení toku (logický kanál)
- protokoly IP, UDP a TCP jsou podporovány služebními protokoly ARP(IP→MAC), RARP(MAC→IP), ICMP(řízení síťe), RIP a OSPF (smerování)
- aplikační rozhraní: BSD sockety (socket, close, bind, listen, accept, connect, write, read, send, receive)
- adresace 32b síť, počítač, podsíť, maska, třídy A, B, C
- RIP**: založen na Ford-Fulkersonovu algoritmu nejkratších cest, uzly si mezi sebou periodicky vyměňují distance-vektory (informace o vzdálenostech k ostatním uzlům)→konstrukce směrovacích tabulek
- OSPF**: každý uzel posílá sousedům LSA záznam obsahující info o vzdálenosti k sousedům, LSA se posílá broadcastem všem→každý uzel si může vytvořit kompletní obraz síťe
- IPheader(verze protokolu-4, ToS-typ služeb, TTL-time to live, Vyšší protokol), TCPheader(adresy porty, sequence a ack number, délka, flagy), UDPheader(císla portu, délka UDPpaketu, checksum)

- **Novell** - struktura a funkce serveru a klienta, adresarové služby, podpurné protokoly

- pro vlastní komunikace mezi serverem NetWare a klienty užívá protokol NCP - beží na IPX/SPX nebo na IP (*tedy podpurné protokoly asi*)
- informace o dostupných serverech a jejich službách - drive SAP(Service Advertising Pr) nyní (nad IP) SLP (SLocationP)
- umožňuje i komunikace v nativním klientském protokolu možnosti i **NFS**(linux), AFS(apple), CIFS(win)
- **eDirectory**:
  - společná databáze objektů, jádro systému, soustřeďuje informace o objektech síťe (uživatelé, tiskárny, ...)→celá síť se jeví jako jeden homogenní celek
  - distribuovaná databáze→replikuje se
  - můžeme pohlížet jako na centrální katalog uživatele a dalších objektů (servery, aliasy, skupiny,...)
- **OS NetWare**: je optimalizován pro efektivní poskytování služeb souborového serveru
  - nepreemptivní plánování→proces odevzdá řízení až když skončí→může vést k dočasnému zablokování serveru, ale není plynutím výkon zbytečným prepínáním kontextu
  - rozšíření funkce (přidání rolí, ovladačů) pomocí modulu NLM (NetWare Loadable Module)

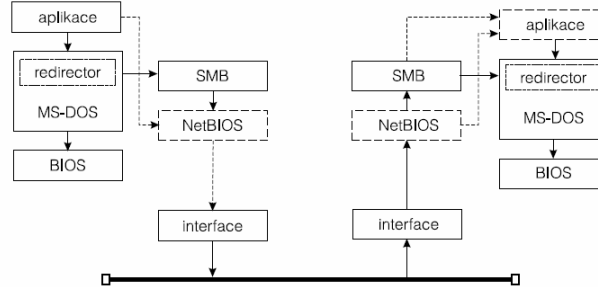
- **NFS**

- průmyslový standard v oblasti unixových systémů
- aplikace užívají transparentního rozhraní VFS (Virtual File System)→to rozděluje požadavky na lokální a vzdálené
- stanice dovolující zpřístupnění svých adresarů je uvede v /etc/exports (druhá strana přimountuje)
- NFS server je bezstavový→veskere informace o manipulaci se soubory se udržují na klientovi
- paměť cache se používá jak na klientovi tak na serveru, bloky spravovaných dat 8KB, konsistence mezi lokálními daty a daty na serveru zajišťována→3s pro data souboru, 30s pro data adresare
- **AFS** – podobné jako NFS, akorát se soubory je zacházeno jako s celkem a ne po stránkách



## NetBIOS - co to je (adresace, potvrzovani, programatorska podpora (jako asi API)... ) -> broadcasty, 16 byte na nazev pocitace, redirector v DOSu

- nejstarsi sitovy protokol pro LAN
- aplikace se identifikuji jmenem → protokol pro spravu jmen NetBIOSu se stara o jejich jedinecnost → adresace datagramu se opira primo o jmena (jmeno dlouhe 16 znaku)
- puvodne sitovy protokol IBM, novejsi rozsireni NetBEUI (mikrosofti)
- rozhranni pro aplikace tvori 4 skupiny funkci:
  - sprava tabulek jmen: primitiva ADD NAME, ADD GROUP NAME, DELETE NAME, FIND NAME...
  - datagramova skuzba: primitiva SEND/RECEIVE [BROADCAST] DATAGRAM
  - sluzba virtualnich kanalu (v NetBIOSu nazyvanerelace): primitiva CALL, LISTEN, SEND, RECEIVE, HANGUP, SESSION STATUS
  - pomocne funkce
- **rozsireni DOSu MS-Net, redirector**



Obrázek 16.1: Struktura síťového rozšíření operačního systému MS-DOS MS-Net

- redirector je programovy prvek, který u každého požadavku vyhodnotí jestli se má provést lokálně (treba otevreni lokalniho souboru) nebo o něj bude požadán vzdálený server (treba sitovej tisk), pokud lokálně, redirector aktivuje systemovou funkci, pokud vzdáleně → vytvoří požadavek SMB (od toho SAMBA server), který po síti zasle serveru (za využití adresace a ostatních funkcí NetBiosu nebo NetBEUI)

## IPX/SPX

- o IPX/SPX se opira u nas nejrozsirenejsi operacni system pro LAN Novell Netware
- vychazi z XNS (od xeroxu), který byl puvodne alternativou k TCP/IP
- IPX zajistuje prenos paketu bez potvrzovani (mezi aplikacnimi pripojenimi – sokety), SPX je nadstavbou IPX, podporuje potvrzovani a umoznuje vice procesu na jednom portu
- **adresace**: vychazi z adresace stanic v LAN
  - je definovana jako dvojice adresa site (32b) + adresa stanice (48b) + cislo pripojneho mista (socket 16b)
  - nevyhodou je to, ze adr. Site definuje spravce konkretni site, chybejsi kooperace v pridlovani adres v principu znemoznuje propojeni ruznych siti mezi sebou
- **rozhranni**: funkce, které dovoluji:
  - otevrit/uzavrit pristupova mista, zjistit nejvyhodnejsi smerovac na ceste k adresatovi, odeslat a prijmu IPX paket

AAL – ATM Adaptation Layer – linkove vrstve klasickych siti odpovida vrstva ATM (definuje cinnost prepinace ATM a vyuziti pole VPI/VCI) a adaptacni vrstva AAL. AAL se deli dale na SAR (Segmentation and Reassembly) → rozklada ramce vyssich vrstev na bunky a opacne je sklada do ramcu a CS (Convergence Sublayer) → zodpovida za zabespeceni prenosu ramcu pro danou tridu provozu